

⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 44 09 178 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**G 01 S 5/06**

⑳ Aktenzeichen: P 44 09 178.8  
㉔ Anmeldetag: 17. 3. 94  
㉕ Offenlegungstag: 21. 9. 95



DE 44 09 178 A 1

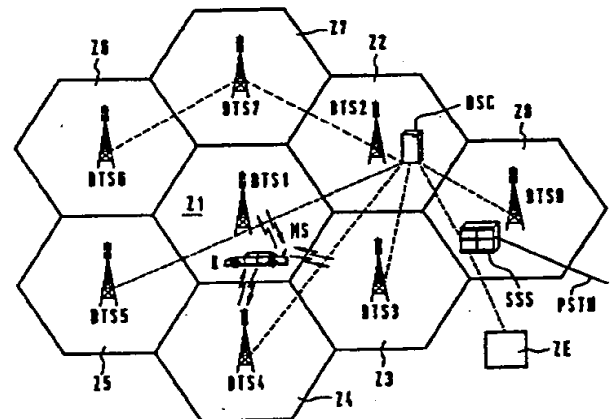
㉚ Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

㉛ Erfinder:  
Besson, Marcus, Dipl.-Phys. Dr., 82008 Unterhaching,  
DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren und Anordnung zum Ermitteln der Position von Mobilstationen in einem Mobilfunksystem

⑤⑦ Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Anordnung zum Ermitteln der Position von Mobilstationen. Zum Ermitteln der Position von Mobilstationen (MS) in einem Mobilfunksystem mit einer Mehrzahl von Basisstationen (BTS), vorzugsweise einem zellularen Mobilfunksystem wird die Position der Mobilstationen (MS) durch Messen der Entfernung zwischen den Mobilstationen (MS) und den Basisstationen (BTS) durchgeführt. Das Messen der Entfernung zwischen den Mobilstationen (MS) und Basisstationen (BTS) erfolgt dabei durch die Ermittlung der Laufzeit und/oder der empfangenen Feldstärke und/oder der Übertragungsqualität der zwischen den Mobilstationen (MS) und den Basisstationen (BTS) übertragenen Funksignale. Das Verfahren und die Anordnung eignen sich insbesondere für eine Verwendung im GSM/DCS 1800 (D-Netz/E-Netz).



DE 44 09 178 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 07. 95 508 038/336

15/29

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Anordnung zum Ermitteln der Position von Mobilstationen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Weiterhin bezieht sich die Erfindung auf eine entsprechende Zentralstation und eine entsprechende Mobilstation. Die Erfindung eignet sich insbesondere für eine Lokalisierung und/oder eine Geschwindigkeitsmessung von Mobilstationen in zellularen Mobilfunknetzen.

Ein Verfahren zur Ortung von Mobilfunkstationen ist in der EP 0 005 692 beschrieben. Bei diesem bekannten Verfahren wird die Position einer Mobilstation mittels der Übertragung der Funkbereichsnummer einer zugehörigen Basisstation bestimmt. Die Positionsbestimmung ist hierbei jedoch relativ ungenau, da sie auf die Zellengröße begrenzt ist.

In der EP 0 290 725 B1 wird ein weiteres Verfahren zur Bestimmung der ungefähren Position einer Mobilstation in einem zellularen Mobilfunksystem mit Mobilstationen und mit jeweils einer Basisstation in jeder Funkzelle beschrieben. Die jeweilige Nummer der Basisstation wird unter Verwendung von Datentelegrammen den im Funkbereich der Basisstation aktiven Mobilstationen mitgeteilt und dient als Ortsinformation, welche von der Mobilstation wiederum in einem Datentelegramm an die Basisstation zurückgesendet wird. Hierbei wird in den von der Basisstation an die Mobilstation ausgesendeten Datentelegrammen auch der Wert der bei der Basisstation empfangene Feldstärke der Mobilstation übertragen. Diese Größe wird in der Mobilstation ausgewertet und als zusätzliche Standortinformation im von der Mobilstation an die Basisstation gesendeten Datentelegramm mitgesendet. Bei diesem bekannten Verfahren wird nur eine Bestimmung des Abstands der Mobilstation in Relation zu einer definierten Basisstation vorgenommen, so daß eine genaue Positionsbestimmung der Mobilstation nicht möglich ist.

Ein Verfahren zur relativen Entfernungsmessung von Mobilstationen in Mobilfunksystemen mittels vergleichender Laufzeiten ist in der EP 0 141 994 B2 sowie in einer Veröffentlichung in Funktechnik 41, Heft 4, S. 146 (1986) beschrieben. Die Auswertung dient der Detektion der Grenzen der Funkzonen. Den Mobilstationen werden dabei die Basisstationen derart zugeordnet, daß die verfügbaren Funkfrequenzen effizient genutzt sowie die Sendeleistungen gering gehalten werden um Störungen anderer Mobilstationen im Funkverkehr zu verhindern. Bei diesem bekannten Verfahren wird zur Ermittlung der Grenze zweier benachbarter Funkzonen als Kriterium für die Umschaltung bewegter Teilnehmer in eine andere Funkzone eine relative Entfernungsmessung unter Verwendung des Differenz-Entfernungsverfahrens nach dem Phasenvergleichsprinzip durchgeführt. Dabei wird der Abstand des beweglichen Teilnehmers zu zwei oder mehreren Basisstationen durch Auswertung der Phasendifferenz, der mit gleicher Bezugsphase ausgesendeten Signale der Basisstationen, mit den in den Basisstationen festgelegten und über Funk signalisierten Bewertungsmaßnahmen für die Zellgrenzen verglichen. Die Ermittlung der Grenze im Zustand der Betriebsbereitschaft der Mobilstationen im Organisationskanal wird entweder durch den Teilnehmer selbst oder für in Verbindung befindliche Mobilstationen in den Sprechkanälen unter Verwendung eines Meßempfängers in den Basisstationen durchgeführt. Weiterhin können zur relativen Entfernungsmessung auch die Übertragungsqualität und/oder die Signalstär-

ken ausgewertet werden, mit denen die Mobilstationen bei den Basisstationen empfangen werden.

Die oben genannten Verfahren beziehen sich auf ein unter der Bezeichnung C-Netz bekanntes analoges Mobilfunksystem mit synchronisierten Basisstationen. Charakteristisch für dieses System ist, daß unmittelbar benachbarte Funkzonen eine Funkzonengruppe bilden, in der sich die insgesamt zur Verfügung stehenden Frequenzenkanäle wiederholen. Kennzeichnend ist ebenfalls der zeitgeteilte Organisationskanal, auf dem alle umgebenden Funkzonen auf einer einzigen Frequenz und völlig gleichwertig senden. Die relative Entfernungsmessung erfolgt dabei über den Abstand des bewegten Teilnehmers zu zwei oder mehreren Basisstationen durch Auswertung der Phasendifferenz (Feldstärke, etc.) der mit gleicher Bezugsphase auf dem Organisationskanal ausgesendeten Signale der Basisstationen. Voraussetzung für die Richtigkeit der Phasenauswertung ist dabei die phasengleiche Aussendung aller zu bewertenden Signale.

Für die Ortung von Mobilstationen in den sich zunehmend durchsetzenden digitalen Mobilfunksystemen sind diese Verfahren aufgrund abweichender Signalisierungsverfahren nicht geeignet. Ein derartiges Mobilfunksystem ist beispielsweise das vom European Telecommunication Standards Institute (ETSI) standardisierte GSM (Global System for Mobile Communication). Ein ähnliches System ist das DCS 1800/PCN. Bei diesen Systemen senden bzw. empfangen die Basisstationen benachbarter Zellen üblicherweise auf unterschiedlichen Frequenzbändern und zudem sind die Basisstationen gegenwärtig untereinander nicht synchronisiert, d. h. sie senden ihre Signale nicht phasengleich aus.

Eine Möglichkeit zur exakten Lokalisierung bietet gegenwärtig die Satellitenortung mittels des bekannten Global Positioning Systems (GPS). Dazu kann eine GPS-Einheit an die Mobilstation angeschlossen werden. Die GPS-Einheit ermittelt dann auf Anfrage ihren momentanen Abstand zu verschiedenen Ortungssatelliten und berechnet daraus ihren Aufenthaltsort. Die an die Mobilstation weitergeleiteten Daten können dann über Funk an einen anderen Teilnehmer oder an eine Zentrale übertragen werden. Die Satellitenortung weist jedoch den Nachteil auf, daß durch die große Entfernung zwischen den Satelliten und den Mobilstationen hohe Sendeleistungen und teure, empfindliche Empfänger notwendig sind. Insbesondere können die GPS-Einheiten gegenwärtig nicht zufriedenstellend miniaturisiert werden. Sie sind somit unhandlich und zudem aufgrund ihres hohen Preises nicht für allgemeine Anwendungen geeignet.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, auf einfache Weise eine genaue Ortung von Mobilstationen in einem Mobilfunksystem zu ermöglichen. Insbesondere soll, je nach Anwendungsgebiet, die Möglichkeit bestehen, die Ortung seitens der Mobilstationen oder von außen anzustoßen, oder umgekehrt seitens der Mobilstation oder von außen zu sperren.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe bei dem Verfahren der eingangs genannten Art durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst. Eine Anordnung gemäß der Erfindung ist im Patentanspruch 18 angegeben. Eine entsprechende Mobilstation und Zentralstation sind in den Ansprüchen 19 bzw. 20 angegeben.

Nach der Erfindung werden die Mobilstationen über den Abstand zu jeweils mindestens einer Basisstation

geortet. Die Messung der Entfernung zwischen den Mobilstationen und den Basisstationen kann hierbei auf verschiedenste Weise erfolgen. Der jeweilige Abstand zwischen der Mobilstation und einer Basisstation kann dabei mittels der Laufzeit und/oder der empfangenen Feldstärke und/oder der Übertragungsqualität (Bitfehler rate) der zwischen den Mobilstationen und den Basisstationen ausgetauschten Funksignale bestimmt werden.

Bei den Laufzeitmessungen werden Nutzdaten, Testsignale bzw. Ortungs codes von Seiten der Mobilstation und/oder der Basisstationen gesendet. Beispielsweise sendet die Mobilstation Ortungssignale an drei oder mehrere umliegende Basisstationen, die dann von diesen mit einer bekannten Verzögerungszeit wieder an die Mobilstation zurückübertragen werden (oder umgekehrt). Aus dem Eintreffzeitpunkt der zurückübertragenen Signale kann die Laufzeit und somit der Abstand der Mobilstation zu den einzelnen Basisstationen bestimmt werden.

Durch eine Folge von Ortungen kann auch eine Messung der Geschwindigkeit eines mit der Mobilstation versehenen mobilen Teilnehmers vorgenommen werden. Die Ortung und die Geschwindigkeitsmessung können entweder kontinuierlich erfolgen oder auf Anforderung.

In synchronisierten Mobilfunksystemen ist für eine Lokalisierung nur die Differenz der entfernungsabhängigen Laufzeiten und/oder Feldstärken und/oder Signalqualität zwischen der zu ortenden Mobilstation und den entsprechenden Basisstationen von Interesse.

Bei Kenntnis der genauen Positionen der Basisstationen kann auf einfache Art und Weise die Mobilstation eines Teilnehmers geortet werden. Die Daten können dann z. B. über einen für einen Kurzmitteilungsdienst (Short Message Service, SMS) vorgesehenen Kanal an eine Zentrale oder weiter an einen anderen Teilnehmer übermittelt werden. Die Bestimmung der genauen Aufenthaltsposition kann direkt in der Mobilstation oder in der Zentrale erfolgen.

Die Erfindung kann in allen zellularen Mobilfunksystemen zur Ortung von mit Mobilstationen versehenen Teilnehmern angewandt werden, insbesondere in GSM-Netzen und in DCS-1800-Netzen. In diesen letztgenannten Netzen ist das erfindungsgemäße Verfahren besonders einfach zu realisieren, da in diesen Systemen die Laufzeiten der Funksignale zwischen den Mobilstationen und den umliegenden Basisstationen für Synchronisationszwecke, sowie als Auswahlkriterien für ein Weiterreichen (Handover) ohnehin bestimmt werden.

Das Verfahren und die Anordnung gemäß der Erfindung haben den Vorteil, daß bei diesem Ortungsverfahren in der Mobilstation keine wesentlichen Zusatzeinheiten, sondern nur eine kleine integrierbare Auswertereinheit oder ein steckbares Zusatzmodul notwendig sind. Somit können Mobilstationen ohne Aufrüstung oder mit nur geringfügigem Aufrüstungsaufwand, z. B. durch eine kleine steckbare Zusatzeinheit temporär bzw. auf Wunsch über einen Zusatzdienst "Ortung" im Mobilfunksystem verfügen.

Je nach Einsatz können für die Übertragung der Meß- bzw. Signalisierungsdaten zwischen der zu ortenden Mobilstation und den Basisstationen Sprach/Daten-Kanäle oder Signalisierungskanäle verwendet werden.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines aus Basis-

stationen und zu ortender Mobilstation gebildeten Mobilfunksystems,

Fig. 2 eine Veranschaulichung der Laufzeitdifferenzen von von einer Basisstation zur Mobilstation gesendeten Signalen für die Abstandsmessung,

Fig. 3 eine Darstellung unbelegter Sende- und Empfangs-Zeitschlitze eines Sprachkanals,

Fig. 4 eine Ortung einer Mobilstation mittels drei kreisförmig angeordneten Basisstationen,

Fig. 5 eine Ortung einer Mobilstation mittels einer keulenförmig und einer kreisförmig sendenden Basisstation,

Fig. 6 eine Ortung einer Mobilstation mittels vier kreisförmig emittierender Basisstationen zur Kompensation von Reflexionen, und

Fig. 7 eine Darstellung einer Geschwindigkeitsermittlung als ein Handover-Auswahlkriterium in Schirmzellen, die Minizellen überdecken.

Die im folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiele basieren auf dem digitalen Mobilfunksystem GSM (Global System for Mobile Communication)/DCS1800-Standard. Sie können sinngemäß für andere Mobilfunksysteme verwendet werden.

Bei dem in Fig. 1 dargestellten Mobilfunksystem ist der Funkbereich, entsprechend dem GSM-Standard in mehrere Zellen Z aufgeteilt, von denen in Fig. 1 die Zellen Z1 bis Z8 dargestellt sind. In einer derartigen Zelle Z wird der Telekommunikationsdienst von und zu einer Mobilstation MS, die beispielsweise in einem Kraftfahrzeug K angeordnet ist, durch eine Basisstation BTS bereitgestellt (BTS = Base Transceiver Station). Eine oder mehrere Basisstationen BTS sind mit einer Basis-Steuereinheit BSC (BSC = Base Station Controller) verbunden. Die Steuereinheiten BSC führen die lokalen Funktionen der Rufvermittlung, Überwachung und Wartung durch. Sie umfassen Steuereinheiten (Base Station Control Equipment) und Codeumsetzer (Transcoding Equipment). Mehrere Basis-Steuereinheiten BSC sind mit einer Vermittlungseinrichtung SSS (SSS = Switching Subsystem) verbunden, die ihrerseits mit dem öffentlichen Netz PSTN (PSTN = Public Switched Telephone Network) verbunden ist, das als ISDN-Netz, als Mobilfunknetz oder als sonstiges Telefon- oder Datennetz ausgebildet sein kann.

Falls ein Teilnehmer mit der als Teilnehmerstation dienenden Mobilstation MS in der Zelle Z1 mit einem anderen Teilnehmer kommunizieren will, so wird über die Basisstation BTS1 mit der Basis-Steuereinheit BSC ein vorgegebenes Protokoll abgewickelt, das beispielsweise in dem obengenannten GSM-Standard festgelegt ist. Wenn die Verbindung zwischen der Mobilstation MS und der Basis-Steuereinheit BSC hergestellt ist, wird über die Vermittlungseinrichtung SSS eine Verbindung zum öffentlichen Netz PSTN hergestellt. Von diesem aus wird dann der andere Teilnehmer, der wiederum mit einer Mobilstation versehen sein kann, erreicht.

Wie in Fig. 2 dargestellt ist, setzen sich die Eintreffzeitpunkte einzelner Ortungssignale B1 und B2 der verschiedenen Basisstationen (i, j, ...) bei der Mobilstation MS aus den Sende-Offsetzeiten der Basisstationen TO<sub>ij</sub> sowie den abstandsabhängigen Ausbreitungszeiten

$$\frac{1}{c} (D_{MS-BTS_i})$$

zusammen:

$$\Delta T_{i,j} = TO_{i,j} + \frac{1}{c} (D_{MS-BTS_i} - D_{MS-BTS_j})$$

Zur Frequenzstabilisierung bzw. zur exakten Takt- und Rahmen-Synchronisation der Mobilstation MS auf die Basisstationen BTS emittieren die Basisstationen BTS ständig FCCB (Frequency Correction Channel)- und SCH (Synchronisation Channel)-Signale.

Zur besseren Veranschaulichung sind im dargestellten Ausführungsbeispiel nur zwei Basisstationen BTS1 und BTS2 gezeigt. Für den Fall, daß die einzelnen Funkzellen untereinander synchronisiert sind, d. h. daß die Basisstationen BTS phasengleich oder mit einem zeitlich bekannten Versatz aus senden, kann die Sendeoffsetzeit  $TO_{i,j}$  zwischen den Basisstationen BTS vernachlässigt werden oder er ist bekannt. Hiermit reduziert sich obige Gleichung zu

$$\Delta T_{i,j} = \frac{1}{c} (D_{MS-BTS_i} - D_{MS-BTS_j})$$

Bei Verwendung einer dritten Basisstation BTS kann hieraus der absolute Abstand der Mobilstation MS zu den einzelnen Basisstationen BTS und somit die genaue Position der Mobilstation MS ermittelt werden. Hierbei wurde davon ausgegangen, daß sich die beiden Basisstationen BTS und die Mobilstation MS in einer (x, y)-Ebene befinden. Bei einer dritten Höhenkoordinate z kann z. B. eine weitere Basisstation BTS herangezogen oder die Faltung mit einer topographischen Karte vorgenommen werden.

Bei nicht synchronisierten Zellen ist, falls  $TO_{i,j}$  nicht bekannt, für die Ortung entweder eine genaue Messung der Sendeoffsetzeit  $TO_{i,j}$  zwischen den Basisstationen BTS oder eine Rücksendung der Signale B1 und B2 notwendig.

Für letztgenannten Fall wird vorzugsweise auf ein Verfahren zurückgegriffen, welches auf der an sich bekannten sogenannten Zeitvorlauf (Timing Advance)-Prozedur basiert. Diese Prozedur wird derzeit in GSM/DCS-1800-Netzen zur Bestimmung des genauen Sendezeitpunkts von Mobilstationen MS herangezogen, damit sich die gesendeten Signale der Mobilstationen MS aufgrund der Signallaufzeit zwischen der Mobilstation MS und der Basisstation BTS bei der Basisstation BTS korrekt in die Zeit-Rahmung einfügen. Diese Zeitvorlauf-Prozedur ist beispielsweise in dem Buch: The GSM System for Mobile Communication, Michel Mouly and Marie-Bernadette Pautet, S. 346 beschrieben.

Für die erstmalige Bestimmung des relativen Abstands der Mobilstation MS zur Basisstation BTS bzw. des Zeitvorlaufs sendet die Mobilstation MS nach Abschluß der Pre-Synchronisation einen verkürzten Zugriffsblock an die Basisstation BTS mit einem Zeitvorlauf  $TA = 0$ . Wenn die Basisstation BTS den Vorlaufblock empfängt, kann sie aus dem Empfangszeitpunkt des Vorlaufblocks bzw. dem zeitlichen Versatz des Empfangssignals zum eigenen Synchronisationstakt/Zeitschlitz den Abstand D zwischen der Basisstation BTS und der Mobilstation MS bestimmen. Dieser Abstand entspricht dem halben Zeitversatz  $\Delta T$  des Funksignals  $D_{BTS-MS} = c \cdot \Delta T / 2$  (plus eventuell einer Korrektur aufgrund der Signalverarbeitung). Der notwendige Zeitvorlauf  $\Delta T$  bzw. der berechnete Abstand sowie die genauen Koordinaten (z. B. Längen- und Breitengrade)

der Basisstation BTS können dann an die Mobilstation MS zurückübermittelt werden.  $2 \cdot \Delta T_{i,j} = TA_i - TA_j$  in der obigen Gleichung entspricht dabei der Differenz der Vorlaufzeiten  $TA_i$ .

Für das temporäre Umschalten auf die Frequenzbänder der benachbarten Basisstation BTS2 wird auf ein Verfahren zurückgegriffen, welches in GSM/DCS-1800-Netzen zur Überwachung von Übergabe (Handover)-Prozeduren herangezogen wird. Hierzu mißt die Mobilstation MS für die Entfernungsbestimmung, analog zur Kontrolle der Übergabe-Prozeduren, ständig die Charakteristik der umgebenden Zellen. Die Messungen erfolgen während sogenannter Ruheintervalle zu denen die Mobilstation MS weder zur Basisstation BTS1 sendet noch von ihr empfängt, d. h. zwischen dem Senden eines zur Basisstation BTS gesendeten Blocks und dem Empfang eines zur Mobilstation MS gesendeten Blocks, die bei GSM innerhalb des TDMA Rahmens einen Versatz von drei Zeitschlitz (Burst Period) BP minus dem Zeitvorlauf aufweisen. Diese Ruheintervalle weisen unterschiedliche Längen auf, abhängig vom Typ des zugeordneten Kanals (Dedicated Channel).

Wie es in Fig. 3 für einen Sprechkanal TCH/F dargestellt ist, verfügt die Mobilstation MS über Ruheintervalle mit einer Länge von 2BPs-TA (26 Stück; Dauer: 1 ms), 4BPs+TA (24 Stück; Dauer: 2 ms) und 12BPs+TA (1 Stück, d. h. alle 120 ms; Dauer: 6 ms). Die Mobilstation MS hat somit die Möglichkeit während dieser Ruheintervalle Informationen an eine oder mehrere umliegende Basisstationen BTS zu senden und/oder von diesen zu empfangen. Das Überwechseln auf die Frequenzbänder benachbarter Basisstationen BTS kann entweder durch eine Verstimmung oder Nachregelung des Sende/Empfangsoszillators der Mobilstation MS oder durch das temporäre Umschalten auf mindestens einen zweiten Frequenzoszillator in der Mobilstation MS erfolgen. Dies ist ebenfalls in dem obengenannten Buch unter dem Stichwort "Neighbor cells measurements" S. 331 beschrieben.

Insbesondere kann die Mobilstation MS während der langen 6 ms-Intervalle, die das Ruheintervall beinhalten (beim TACH/F alle 120 msec), eine Pre-Synchronisation auf eine oder mehrere benachbarte Basisstationen BTS2 durch das Abhören des FCCH's und des SCH's vornehmen.

Das Verfahren zur Ortung der Mobilstation MS ist in Fig. 1 dargestellt. In der ersten Phase bestimmt die besuchte Zellen-Basisstation BTS 1 den Zeitvorlauf (Laufzeit, bzw. Entfernung) der synchronisierten Mobilstation MS und übermittelt diesen per Funk an die Mobilstation MS. Zur Bestimmung der Abstände zu den benachbarten Basisstationen BTS3 und BTS4 wechselt die Mobilstation MS dann auf die entsprechenden Frequenzbänder der Nachbar-Basisstationen BTS, wobei die Frequenzinformation von der BTS1 übermittelt wird und wiederholt die oben beschriebene Prozedur. Hierbei wird derart verfahren, daß sich an die Pre-Synchronisation in einem oder mehreren folgenden Ruheintervallen die Abstandsmessung an die erste benachbarte Basisstation BTS anschließt. Vorzugsweise wird hierbei das Zeitvorlauf-Verfahren angewandt und der Zeitversatz bzw. der Abstand zwischen der Mobilstation MS und der Basisstation BTS an die Mobilstation MS übermittelt. Diese Prozedur wird, je nach Anzahl der involvierten Basisstationen BTS mehrmals wiederholt — im dargestellten Beispiel dreimal. Aus den einzelnen Laufzeiten sowie den genauen Koordinaten der involvierten Basisstationen BTS kann die Mobilstation MS dann die

genauen Aufenthaltskoordinaten bestimmen. Die geographischen Ortskoordinaten können gegebenenfalls über eine Basisstation BTS an eine Zentrale ZE weitergeleitet werden. Die verschiedenen Meß-, Empfangs- und SendeprozEDUREN können auch ineinander verschachtelt werden.

Die Entfernungsdaten der einzelnen Basisstationen BTS werden in der Mobilstation MS gesammelt und dort gegebenenfalls ausgewertet oder über die Zellenbasisstation BTS an eine Auswertezentrale übermittelt.

Das erfindungsgemäße Verfahren läßt sich auch bei einem schnellen Frequenzwechsel (Frequency-Hopping) durchführen. Bei mehreren Frequenzbändern und damit bei mehreren Sendern/Empfängern in einer Zelle Z nehmen die signalisierenden Kanäle FCCH und SCH nicht am Frequenzwechsel teil und signalisieren nur auf einer bestimmten Frequenz (Beacon-Frequenz).

Im Normalfall wird die Mobilstation MS mittels dreier nicht konzentrisch angeordnet er Basisstationen BTS1 bis BTS3 geortet, wie es anhand von Fig. 4 veranschaulicht ist. Bei einer Ortung über zwei kreisförmig sendende Basisstationen BTS1 und BTS2 kann normalerweise nicht zwischen einem Aufenthaltsort P1 und P2 der Mobilstation MS unterschieden werden. Befindet sich die Mobilstation MS in einem bewegten Fahrzeug und sendet zusätzlich eine Information — beispielsweise ermittelt mittels eines Kompasses — über die Bewegungsrichtung an die Basisstationen BTS aus, so sind bereits zwei Basisstationen BTS1 und BTS2 für die Ortung der Mobilstation MS ausreichend. Die Kreislinien in Fig. 2 stellen die Zonen mit gleicher Signallaufzeit oder Feldstärke oder Übertragungsqualität zu den jeweiligen Basisstationen BTS1 bis BTS3 dar.

Abhängig von der Gestaltung des Funknetzes können für die Ortung der Mobilstation MS bereits eine oder zwei Basisstationen BTS vollständig ausreichen, ohne daß weitere Information übermittelt werden muß. Dies ist z. B. dann der Fall, wenn, wie es in Fig. 5 dargestellt ist, zumindest eine Basisstation BTS1 gerichtet aussendet. Dies kann beispielsweise entlang von Hauptstraßen erfolgen. Senden bzw. empfangen die Sender/Empfänger der Basisstation BTS1 nur einseitig gerichtet, so ist für eine Ortung nur diese Basisstation BTS1 notwendig.

Eine genauere Ortung ist mittels mehrerer, beispielsweise vier Basisstationen BTS1 bis BTS4, möglich, da der Einfluß von Reflexionen dann kompensiert werden kann. Bei dem in Fig. 6 dargestellten Ausführungsbeispiel hat ein Hindernis H auf die Ortung keinen Einfluß, da eine Faltung über die vier verschiedenen Laufzeiten vorgenommen wird und damit nur die drei relevanten kürzesten Abstände in die Berechnung eingehen. Die dargestellten Sechsecke geben die formalen Zonengrenzen zwischen den einzelnen Funkzellen wieder.

Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel, welches sich ebenfalls auf Fig. 1 bezieht, wird davon ausgegangen, daß die Funkstationen des Netzes untereinander nicht synchronisiert sind. Hierbei wird die Ortung der Mobilstation MS seitens der Basisstationen BTS oder einer externen Zentrale ZE angestoßen.

Die Basisstationen BTS1, BTS4 und BTS5 senden hierzu in bestimmten Zeitabständen Ortungscodes aus, aus denen die individuelle Basisstationsnummer der betreffenden Basisstation BTS hervorgeht. Zur Vereinfachung wird davon ausgegangen, daß die Datensignale dieser Basisstationen BTS in der Sequenz 1, 3 und 4 ausgesendet werden. Die Basisstation BTS1 emittiert hierzu einen Ortungscode, der der zu ortenden Mobilstation MS die Ortung signalisiert und ihr die Frequenz-

bänder der an der Ortung beteiligten Basisstationen BTS übermittelt. Die zu ortende Mobilstation MS empfängt den Ortungscode der Basisstation BTS1, entnimmt die notwendige Ortungsinformation und sendet mit einer bekannten Verzögerungszeit von genau  $3+8BP$ , d. h. ohne Vorlauf, ihre verkürzte Ortungsantwort, deren Länge ähnlich der des verkürzten Zugriffsblocks ist, an die Basisstation BTS1 zurück, die aus dem Empfangszeitpunkt den genauen Abstand der Mobilstation MS ermittelt. Die Mobilstation MS wechselt dann sequentiell auf die Frequenzbänder der Basisstation BTS4 und BTS5 und die Abstandsmessung wird wiederholt. Für die Synchronisation der Mobilstation MS auf die benachbarten Basisstationen BTS3 und BTS4 kann z. B. auf die zuvor beschriebene Pre-Synchronisation zurückgegriffen werden.

Zur Gewährleistung, daß die Mobilstation MS beim Umschalten auf die Frequenzkanäle der beteiligten Basisstation BTS die notwendigen Ortungscodes empfängt, können die Basisstationen BTS je eine Folge bzw. Sequenz von Ortungscodes oder gegebenenfalls entsprechend versetzte Ortungscodes emittieren. Alternativ können der Mobilstation MS die erforderlichen Umschaltzeiträume mitgeteilt werden, z. B. mittels des Ortungscodes der Basisstation BTS1.

Prinzipiell kann auch so vorgefahren werden, daß die Mobilstation MS temporär vollständig auf die Funkkanäle der Basisstation BTS3 oder der Basisstation BTS4 überwechselt, d. h. nicht nur während Ruheintervallen mit der Basisstation BTS1.

Die jeweiligen Abstandsdaten der Mobilstationen MS werden dann von den Basisstationen BTS1, BTS3 und BTS4 über die Basisstation-Kontrolleinheit BSC sowie die Vermittlungsstelle SSS an die Zentralstelle ZE übertragen und dort werden die exakten Ortskoordinaten bestimmt. Die Ortskoordinaten können dann beispielsweise auf einer geographischen Karte dargestellt werden.

Prinzipiell kann das hier beschriebene Verfahren auch mit dem Zeitvorlauf-Verfahren entsprechend dem erstgenannten Ausführungsbeispiel kombiniert werden. Beispielsweise kann eine Messung des Abstands zwischen der Mobilstation MS und der Basisstation BTS1 über den Zeitvorlauf und die Messung des Abstand zwischen der Mobilstation MS und der Basisstation BTS1 und der BTS4 mittels eines Ortungscodes erfolgen.

Die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren bestimmten Ortungs- und/oder Geschwindigkeitsparameter können insbesondere auch als Auswahlkriterien für Übergabe (Handover)-Prozeduren eingesetzt werden. So besteht, wie in Fig. 7 dargestellt ist, bei schnell bewegten Fahrzeugen K in Minizellen Z50 bis Z53 mit einer oder mehreren umgebenden Schirmzellen Z54 bis Z57, die die Minizellen Z50 bis Z53 überlappen, das Problem einer häufig kurz aufeinanderfolgender Übergabe zwischen den einzelnen Zellen. Diese Übergabe-Prozeduren benötigen einen hohen Signalisierungsaufwand und sind zudem gewöhnlicherweise mit einer reduzierten Übertragungsqualität verbunden. Zur Vermeidung dieser ineffizienten Prozedur wird vorzugsweise oberhalb einer vorgegebenen Geschwindigkeit der Mobilstation MS die Übergabe in die ausgedehnte Schirmzelle Z56 oder Z57 vorgenommen und die Übergabe zwischen den einzelnen Minizellen Z50 bis Z53 gespart.

Insbesondere kann von Mobilfunknetz-Operatoren auf einfache Weise auch eine ortsabhängig gesteuerte Übergabe vorgenommen werden.

Als Anwendungsmöglichkeiten des erfindungsgemä-

Ben Verfahrens kommen sowohl reine Ortungen auf den Signalisierungskanälen, d. h. ohne Gespräch oder Nutzdatentransfer, als auch Ortungen während der Übermittlung von Gesprächen oder Nutzdaten (d. h. auf Sprachkanälen) sowie eine Kombination aus diesen in Frage.

Für die Übertragung der Ortungscodes auf Signalisierungskanälen können z. B. die im GSM üblichen Kanäle BCC (Broadcast Control Channel), CBCH (Cell Broadcast Channel, z. B. für SMS), FACCH (Fast Associated Control Channel) und insbesondere für langsame Geschwindigkeiten des mobilen Teilnehmers der SACCH (Slow Associated Control Channel) eingesetzt werden. Eine Alternative besteht in der Verwendung von Sprach- oder Nutzkanälen. Da die Ortungscodes prinzipiell nur wenig Informationen beinhalten, sind neben der Verwendung von Kanälen, die Gespräche mit einer hohen Übertragungsrate (Fullrate) übertragen (z. B. TCH/F), auch solche mit einer halbierten Übertragungsrate (Halfrate) (z. B. TCH/H), als auch Kanäle mit niedrigeren Übertragungsraten (z. B. SDCCH(x)) von Interesse. Insbesondere können in synchronisierten Netzen mittels der Übertragung von den Basisstationen zugeordneten Ortungscodes oder Sequenzen auf Signalisierungskanälen oder auf speziell vorgesehenen Nutzkanälen mehrere Mobilstationen simultan geortet werden. Hierfür ist insbesondere der CBCH (Cell Broadcast Channel) von Interesse.

Für die Übertragung der Ortungscodes sowie der Entfernungsdaten, d. h. der Laufzeit und/oder der Feldstärke und/oder der Übertragungsqualitätsdaten, sind bei Übertragungen während eines Gesprächs insbesondere der ACCH Kanal (d. h. SACCH mit ca. zwei Nachrichten pro Sekunde oder FAACH) bei Übertragungen außerhalb von Gesprächen der TCH/F, TCH/H oder SDCCH(x) von Interesse.

Die Daten der Mobilstation MS können gegebenenfalls an nur eine einzige Basisstation BTS (z. B. besuchte/bedienende Zellen-Basisstation über den SACCH) oder an mehrere Basisstationen BTS, insbesondere die in die jeweilige Abstandsmessung involvierte Basisstation BTS, z. B. mittels des SDCCH, übermittelt werden.

Die Erfindung erlaubt vielfältige Anwendungsmöglichkeiten. Hier seien nur beispielhaft die Überwachung von Personen oder Wertgegenständen, wie die Sicherung von Geldtransporten, sowie die Aufenthaltsbestimmung von Fahrzeugen durch z. B. eine Taxizentrale, oder von Servicetechnikern, die abhängig von ihrem Aufenthaltsort mit Informationen über ihre weitere Tätigkeit versorgt werden, erwähnt.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist insbesondere für das Absetzen von Notrufen geeignet, wie beispielsweise in der medizinischen Heimüberwachung von Senioren. Hierfür sind kleine handliche Mobilfunkeinheiten von besonderem Interesse, die z. B. nur einen Notrufcode mit der Ortsinformation übermitteln. Hierfür sind kleine handliche Mobilfunkeinheiten von besonderem Interesse, die z. B. nur einen Notrufcode mit der Ortsinformation übermitteln (d. h. es ist kein Sprachcodex notwendig, da es sich um reine Datenübertragung handelt) oder nur Einwegübertragung ermöglichen. Das Ortungsverfahren kann prinzipiell auch für fest installierte Mobilfunkeinrichtungen (Radio in the Loop, RITL) eingesetzt werden.

Eine weitere Anwendungsmöglichkeit besteht in der einfachen und schnellen Ortung von gestohlenen Fahrzeugen K. Hierzu wird z. B. eine versteckte fest installierte Mobilstation MS im oder am Fahrzeug K ange-

bracht. Die Mobilstation kann dann durch eine Codeeingabe in einer Überwachungszentrale aktiviert und das gestohlene Fahrzeug kann dann geortet werden. Eine bevorzugte Ausführung besteht darin, das erfindungsgemäße Verfahren mit dem EIR (Equipment Identity Register) zu kombinieren.

Das Verfahren ist auch für die Verkehrsleitweglenkung von Interesse, da sowohl die Lage als auch die Geschwindigkeitsrichtung bzw. -änderung von Fahrzeugen detektiert werden können.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel besteht darin, das erfindungsgemäße Verfahren mit anderen Verkehrsleitsystemen zu kombinieren. Insbesondere besteht auch die Möglichkeit, für eine genauere Ortung die Daten mit Straßenkarten zu falten, da die Erfindung insbesondere eine Geschwindigkeitsbestimmung eines mit einer Mobilstation MS versehenen Verkehrsteilnehmers zuläßt. Beispielsweise wird eine Geschwindigkeit, die größer als 10 km/h ist als eine Bewegung auf der Straße interpretiert. Alternativ hierzu kann auch mittels einer Codeeingabe zusätzliche Nutzinformation in Bezug auf die Verwendung der Mobilstation MS in einem Fahrzeug K übermittelt werden.

Je nach Anwendungsgebiet kann die Ortung von verschiedensten Stellen angestoßen werden, wie z. B. vom rufenden oder vom gerufenen Teilnehmer, der Basisstation BTS oder der externen Zentrale ZE. Eine Auswertung der Ortungsdaten kann je nach Anforderung in der Mobilstation MS, den Basisstationen BTS oder einer Zentrale ZE vorgenommen werden.

Um Mißbrauch zu vermeiden oder zur Gewährung von Datenschutzbestimmungen kann der Teilnehmer, z. B. durch das Drücken einer Tastenkombination, verhindern, daß die Abfrage der Ortsinformation von Unbefugten eingeleitet wird oder an diese weitergeleitet wird oder generell extern angestößene Ortungen sperren. Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt prinzipiell jedoch auch das polizeiliche Orten jeder beliebigen Mobilstation MS.

Aufgrund der genauen und stabilen Trägerfrequenz und Synchronisationstakte in digitalen Netzen kann eine exakte Bestimmung der Laufzeiten vorgenommen werden. In GSM/DCS-1800-Systemen limitiert die Übertragungsrate bzw. der zeitliche Bitabstand (pro TDMA-Rahmen ca. 270 kb/s) die Ortsauflösung. Bei einer normalen Abtastung (ohne Oversampling, d. h. ca. 540 kHz) ergibt sich hieraus eine Genauigkeit für Laufzeitmessungen von  $1.8 \cdot 10^{-6}$  s und nach der Formel

$$\Delta x = \frac{c}{f_{(\min)}}$$

mit:  $\Delta x$  = Ortsauflösung,  $c$  = die Lichtgeschwindigkeit und  $f_{(\min)}$  = die (minimale) Abtastfrequenz, eine Ortsauflösung von ca. 500 m. Die minimale Abtastfrequenz ergibt sich aus dem Abtasttheorem (Nyquist-Theorem) zu  $f_{\min} = 2b$ , wobei  $b$  die Bitübertragungsrate (270 kb/s bei GSM/DCS 1800) darstellt.

Durch z. B. 8- oder 16faches Oversampling läßt sich der Eintreffzeitpunkt des Bitmusters genauer bestimmen, was eine bessere Zeitaufklärung und somit eine exaktere Entfernungsmessungen ermöglicht. Bei 16fachem Oversampling in der Mobilstation MS und/oder der Basisstation läßt sich die Ortung in GSM/DCS-1800-Netzen auf ca. 30 m genau vornehmen. Es ist insbesondere auch möglich, daß die Oversampling-Proze-

dur durch eine vordefinierte Bitfolge, die eine Ortung signalisiert, angestoßen wird.

Bessere Ortsauflösungen in bezug auf GSM/DCS 1800 können ohne Verwendung von Oversampling durch höhere Bitraten/Bitfrequenzen erzielt werden. Größere Bitraten, bei gleicher Frequenz-Bandbreite von beispielsweise 200 kHz, können z. B. durch den Einsatz anderer Modulationsverfahren realisiert werden. Hier sei nur die 16-PSK Modulation mit einer Baudrate 91,2 kb/s genannt, im Gegensatz zum gebräuchlichen GMSK-Verfahren (Gaussian Minimum Shift Keying) bei GSM/DCS 1800 mit 22,8 kb/s. Bei diesem Verfahren sind zwar die Bitfehlerraten der Übertragung größer, für eine Ortung ist dies jedoch unerheblich, da redundante Information in den Ortungscode eingebaut werden kann. Zusätzlich kann über eine Vielzahl von Ortungsdaten gemittelt werden.

Genauere Ortsauflösungen können auch mit dem CDMA (Code Division Multiple Access) Verfahren realisiert werden, insbesondere auch dann wenn diese Modulationsverfahren mit den derzeit eingesetzten GSM/DCS-1800-Verfahren kombiniert werden. Bei der Direct-Sequence- oder auch Pseudo-Noise-Codierung wird die Nachricht vor der Sendung bitweise zeitlich stark gestreckt und mit einer pseudo-zufälligen Binärfolge moduliert. Der Empfänger kann bei Kenntnis der Binärfolge das Nutzsignal wieder aus dem Pseudoräuschen extrahieren. Die Trennung der Signale ist durch die Wahl orthogonaler Codefolgen gewährleistet. Dieses Verfahren, bei dem die Zuweisung eines Funkkanals zu einer Mobilstation MS mittels eines Codes erfolgt, die den Nutz- und Signalisierungsdaten überlagert sind, erlaubt aufgrund seiner großen Frequenzbandbreite höhere Übertragungsraten und somit ohne großen Zusatzaufwand relativ genaue Laufzeitmessungen beim Empfang des Datenblocks, d. h. eine Lokalisierung mit hoher Ortsauflösung.

Prinzipiell besteht auch die Möglichkeit, für die Ortung einen kurzen Puls oder eine hochfrequente Pulsfolge auszusenden, der/die gegebenenfalls reflektiert wird. Dies hat gegebenenfalls eine Verbreiterung der Frequenzbänder zur Folge. Prinzipiell können auch mehrere Frequenzbänder zusammengefaßt werden.

Der Einfluß von (Vielfach-)Reflexionen/Verzerrungen kann durch den Einsatz von Entzerrern reduziert werden. Hierbei werden zwischen der Mobilstation MS und/oder der Basisstation BTS bekannte Testcodes übertragen, durch deren Analyse Verzerrungen infolge von Reflexionen erkannt und/oder kompensiert werden können und eine Laufzeitkorrektur vorgenommen werden kann.

Eine Verminderung der Auswirkung von Reflexionen kann auch durch eine zeitliche Mittelung über mehrere Ortungskordinaten vorgenommen werden, falls durch eine Ortsveränderung des Teilnehmers unterschiedliche Reflexionswerte erzielt werden.

Eine weitere Möglichkeit zur Reduzierung von Reflexionseinflüssen besteht darin, bei dem Frequenzsprung-Verfahren über mehrere Frequenzbänder bei der Entfernungsbestimmung zu mitteln.

Insbesondere kommt es in digitalen Netzen mit höheren Übertragungsfrequenzen aufgrund der Dopplerverschiebung zu Verbindungsabbrüchen, wenn sich die Mobilstation MS mit höherer Geschwindigkeit bewegt (kritische Geschwindigkeit ca. 120 km/h beim DCS 1800 bzw. 240 km/h beim GSM), da die geforderte Frequenzstabilität/-übereinstimmung, d. h. die Frequenznachführung des lokalen Oszillators der Mobilstation MS, nicht

mehr gewährleistet ist. Diese Frequenzgenauigkeit ist insbesondere bei kohärenter Demodulation notwendig, wenn man hochstabile, teure Oszillatoren vermeiden will. So fordert beispielsweise die GSM Spezifikation eine maximale Abweichung zwischen der Trägerfrequenz des Sendesignals der Mobilstation MS und der Sollfrequenz von 100 Hz. Die Geschwindigkeitsmessung mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens, mit genau bekannten Geschwindigkeitsvektoren in Bezug auf die Basisstationen BTS, läßt sich insbesondere auch dazu einsetzen, daß die Mobilstation ihre Sende- und Empfangsfrequenz automatisch geschwindigkeitsabhängig nachregelt und derart die Dopplerverschiebung kompensiert/korrigiert. Insbesondere können die Geschwindigkeitswerte der Mobilstation MS auch in den Entzerrungsalgorithmen der Entzerrer der Basisstation BTS und/oder der Mobilstation MS berücksichtigt werden. Dies gestattet erstmalig den Einsatz von digitalen Mobilfunkgeräten auch bei höheren Reisegeschwindigkeiten, wie z. B. in einem Hochgeschwindigkeitszug.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Ermitteln der Position von Mobilstationen (MS) in einem Mobilfunksystem mit einer Mehrzahl von Basisstationen (BTS), dadurch gekennzeichnet, daß die Position der Mobilstationen (MS) durch Messen der Entfernung zwischen den Mobilstationen (MS) und den Basisstationen (BTS) erfolgt, wobei in die Positionsermittlung eine oder mehrere Ortskoordinaten von mindestens einer Basisstation (BTS) eingeht.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Messen der Entfernung zwischen den Mobilstationen (MS) und Basisstationen (BTS) durch die Ermittlung der Laufzeit der zwischen den Mobilstationen (MS) und den Basisstationen (BTS) übertragenen Funksignale erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Messen der Laufzeit der zwischen den Mobilstationen (MS) und den Basisstationen (BTS) übertragenen Funksignale durch die Messung von zwischen den Mobilstationen (MS) und den Basisstationen (BTS) übertragenen und zurückübertragenen Funksignale erfolgt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Messen der Entfernung zwischen den Mobilstationen (MS) und Basisstationen (BTS) durch die Ermittlung der empfangenen Feldstärke der zwischen den Mobilstationen (MS) und den Basisstationen (BTS) übertragenen Funksignale erfolgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Messen der Entfernung zwischen den Mobilstationen (MS) und Basisstationen (BTS) durch die Ermittlung der Übertragungsqualität der zwischen den Mobilstationen (MS) und den Basisstationen (BTS) übertragenen Funksignale erfolgt.
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem das Mobilfunksystem als ein asynchrones System ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Messen der Entfernung zwischen den Mobilstationen (MS) und Basisstationen (BTS) nach der Gleichung

$$\Delta T_{i,j} = TO_{i,j} + \frac{1}{c} (D_{MS-BTS_i} - D_{MS-BTS_j})$$

erfolgt, wobei  $TO_{i,j}$  die Sende-Offsetzeiten der i, j, ... Basisstationen und

$$\frac{1}{c} (D_{MS-BTS_i})$$

die abstandsabhängigen Ausbreitungszeiten darstellen.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem das Mobilfunksystem als ein synchrones System ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Messen der Entfernung zwischen den Mobilstationen (MS) und Basisstationen (BTS) nach der Gleichung:

$$\Delta T_{i,j} = \frac{1}{c} (D_{MS-BTS_i} - D_{MS-BTS_j})$$

erfolgt, wobei

$$\frac{1}{c} (D_{MS-BTS_i})$$

die abstandsabhängigen Ausbreitungszeiten darstellen.

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Messen der Entfernung zwischen den Mobilstationen (MS) und Basisstationen (BTS) mehrfach erfolgt, so daß die Geschwindigkeit ermittelbar ist, mit der die Mobilstation (MS) bewegt wird.

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Übertragung der der Position der Mobilstation (MS) zugeordneten Werte über einen für einen Kurzmitteilungsdienst (Short Message Service) vorgesehenen Kanal erfolgt.

10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ermittlung der Position in einer Zentralstation (BTS, BSC, SSS) erfolgt.

11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ermittlung der Position in den Mobilstationen (MS) erfolgt.

12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ermittlung der Position einer Mobilstation (MS) unter Verwendung einer gerichtet aussendenden Basisstation (BTS) erfolgt.

13. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ermittlung der Position einer Mobilstation (MS) unter Verwendung von mindestens zwei Basisstationen (BTS) erfolgt.

14. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem das Mobilfunksystem als das bekannte GSM/DCS-1800-System ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Ermittlung der Position einer Mobilstation (MS) unter Verwendung eines Zeitvorlaufs (Timing Advance) erfolgt, mit dem

der genaue Sendezeitpunkt der Mobilstation (MS) ermittelt wird.

15. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem das Mobilfunksystem als das bekannte GSM/DCS-1800-System ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Ermittlung der Position einer Mobilstation (MS) während der Ruheintervalle (Idle Slot) erfolgt.

16. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die ermittelte Position oder Geschwindigkeit als ein Auswahlkriterium für eine Übergabe (Handover) von einer Basisstation (BTS) zu einer anderen herangezogen wird.

17. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ermittlung der Position einer Mobilstation (MS) während der Übertragung von Nutzsignalen erfolgt.

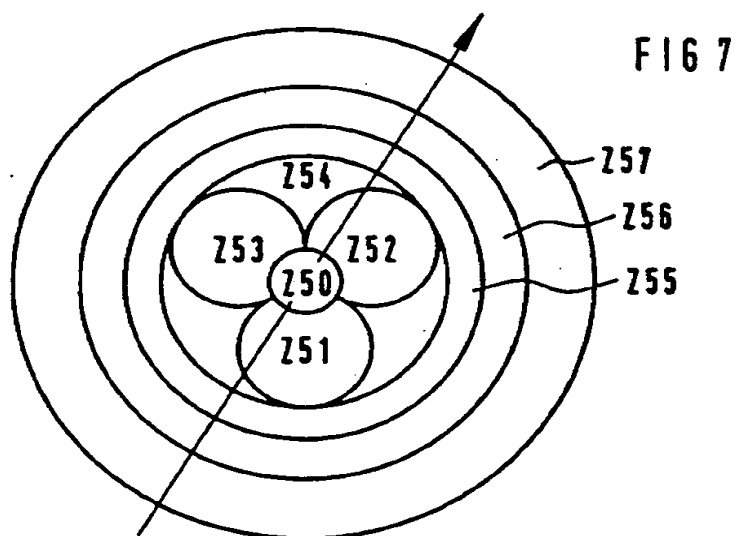
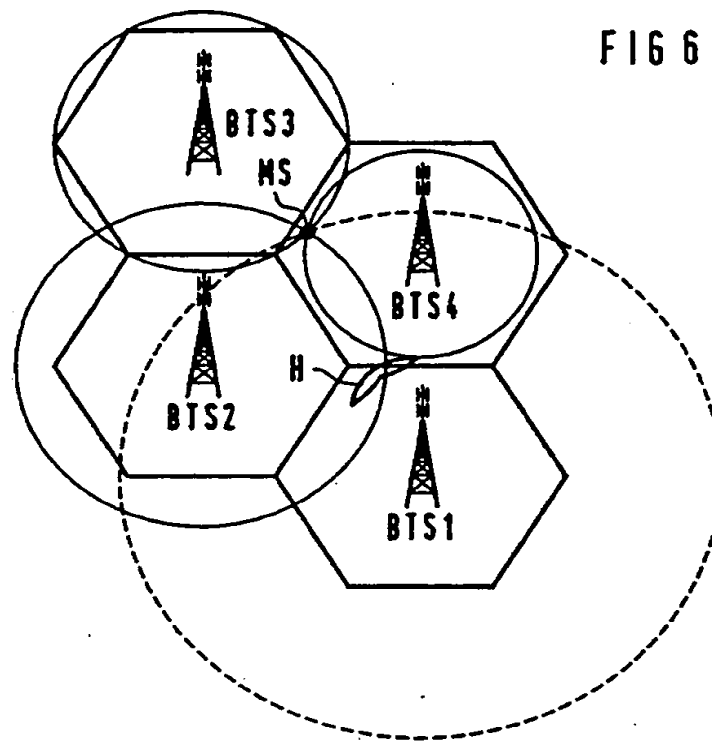
18. Anordnung zum Ermitteln der Position von Mobilstationen (MS) in einem Mobilfunksystem mit einer Mehrzahl von Funkzellen (Z), in denen jeweils mindestens eine Basisstation (BTS) vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß Einrichtungen zum Messen der Entfernung zwischen den Mobilstationen (MS) und den Basisstationen (BTS) und zum Ermitteln der Position der Mobilstation (MS) vorgesehen sind.

19. Zentralstation für ein Mobilfunksystem mit einer Mehrzahl Mobilstationen (MS) und einer Mehrzahl von Basisstationen (BTS), dadurch gekennzeichnet, daß sie Einrichtungen zum Messen der Entfernung zwischen den Mobilstationen (MS) und den Basisstationen (BTS) und zum Ermitteln der Position der Mobilstation (MS) enthält.

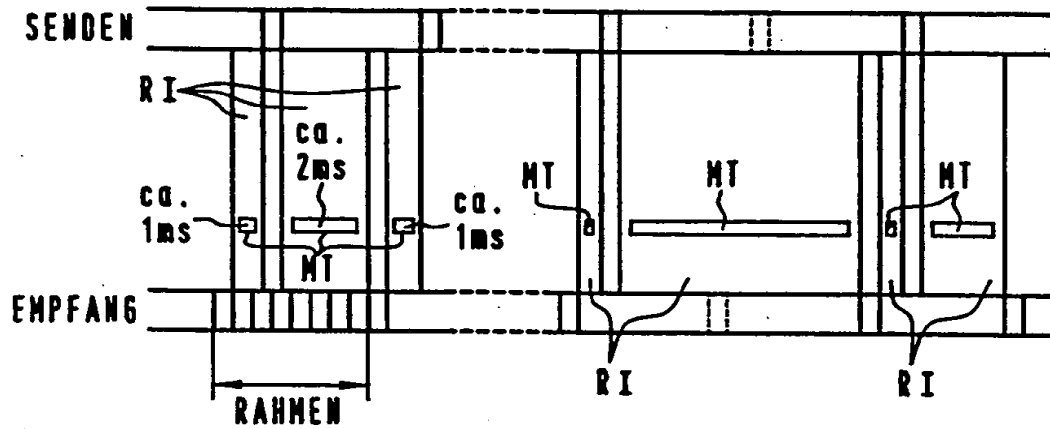
20. Mobilstation für ein Mobilfunksystem mit einer Mehrzahl von Basisstationen (BTS), dadurch gekennzeichnet, daß sie Einrichtungen zum Messen der Entfernung zwischen den Mobilstationen (MS) und den Basisstationen (BTS) und zum Ermitteln der Position der Mobilstation (MS) enthält.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen





**FIG 3**



F164

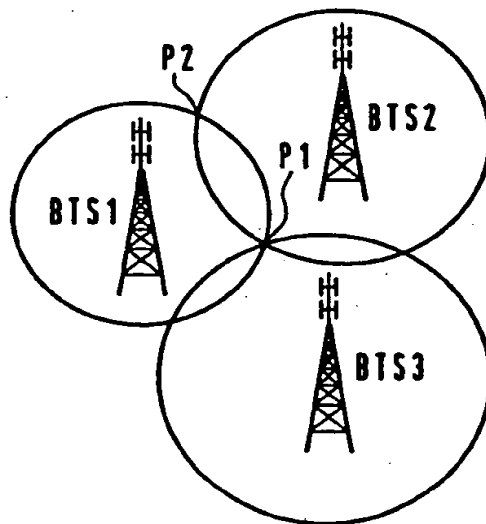


FIG 5

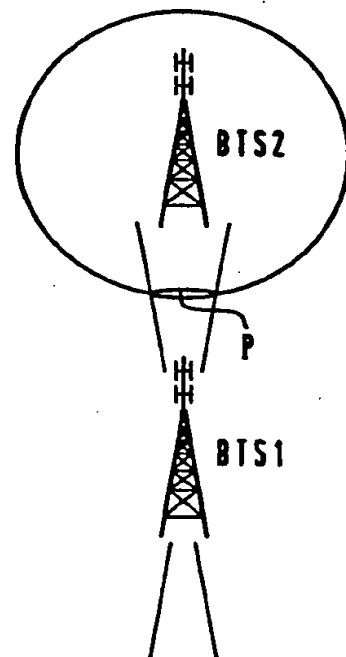


FIG 2

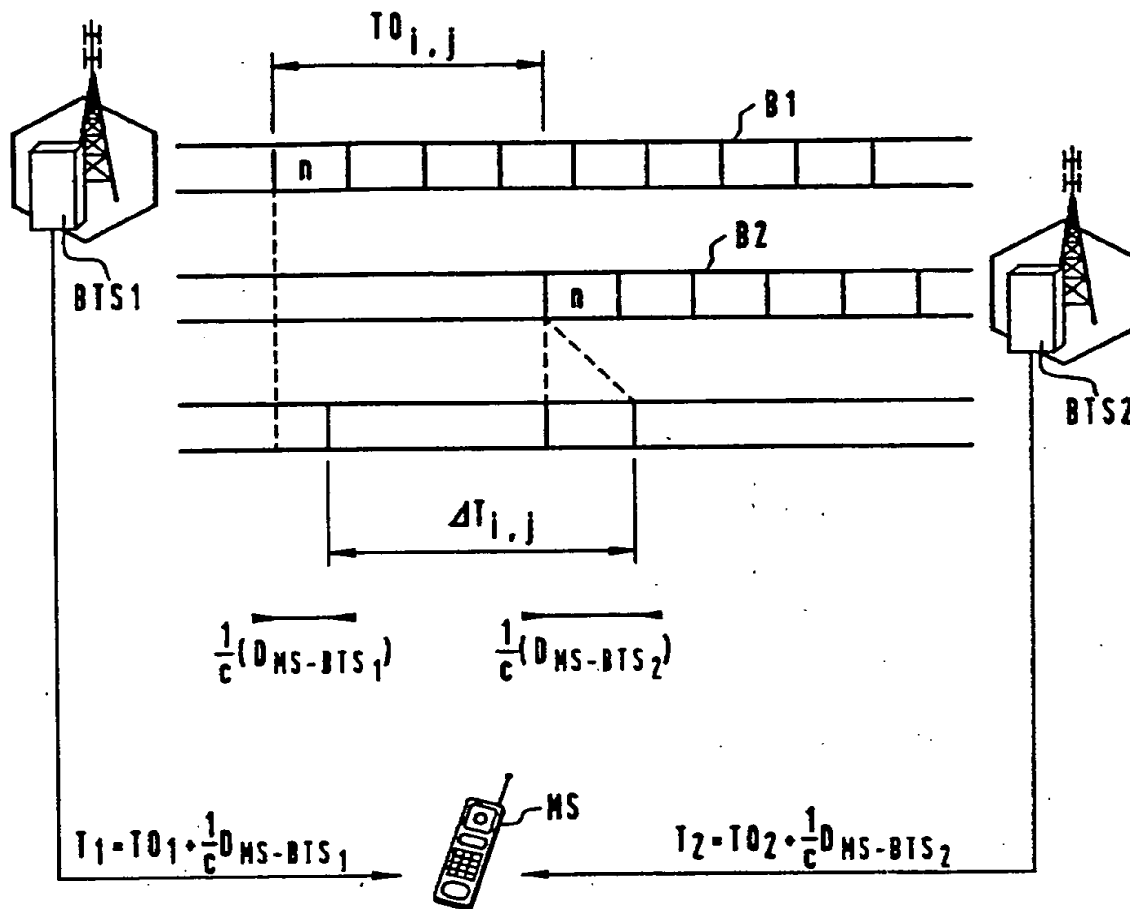


FIG 1

